



# **JOHDINLEIKKUUN PARANTAMINEN**

Maria Lämsä

Opinnäytetyö  
Maaliskuu 2014  
Sähkötekniikka  
Sähkövoimatekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikka  
Sähkövoimatekniikka

LÄMSÄ, MARIA:  
Johdinleikkuun parantaminen

Opinnäytetyö 37 sivua  
Maaliskuu 2014

---

Opinnäytetyö tehtiin Jotwire Oy:lle. Työn tarkoituksena oli löytää ratkaisuja johdin leikkuun työkuorman helpottamiseksi.

Opinnäytetyö aloitettiin perehtymällä jokaiseen tuotannon vaiheeseen. Tarkemmalla tuotannon tarkastelulla pyrittiin löytämään ratkaisuja, jotka saattaisivat helpottaa myös johdin leikkuuta. Perehtyminen aloitettiin dokumentoinnista, minkä jälkeen tuotanto käytiin vaihe vaiheelta läpi. Tuotannon tarkastelussa pyrittiin etsimään myös vaikutuksia leikkuuseen ja koko tuotantoon.

Kehittämällä dokumentoinnissa käytettäviä ohjelmia voitaisiin nopeuttaa dokumentointia. Lisäämällä esimerkiksi Microsoft Excel-ohjelmaan makro, joka pystyy kääntämään tsekkarin suoraan leikkuuohjelmalle sopivaksi. Lisäksi eri ohjelmien yhteensopivuutta tulisi parantaa, jotta dokumentoinnissa välttyttäisiin saman työn tekemiseltä kahteen kertaan.

Kokoonpanon tarkastelussa huomattiin johdinnippujen selvittelyn vievän ylimääräistä aikaa kokoonpanolta. Tämän tuloksena kokoonpanoon kehiteltiin johdinnipun purkaja, jonka avulla johdinniput pystytään purkamaan johdin kerrallaan suoraan rullakuvaan. Purkajan avulla pystytään siis supistamaan kokoonpanoaikaa huomattavasti.

Tämän jälkeen perehdyttiin jokaiseen johdinleikkuukoneisiin. Perehtyminen aloitettiin Zeta633, joka on kuormitetuin leikkuukone, jonka jälkeen jokainen leikkuukone käytiin läpi yksitellen.

Leikkuukoneiden ominaisuuksia ja itse leikkuuohjelmaa tarkastelemalla pyrittiin löytämään johdinleikkuuta helpottavia ratkaisuja. Tarkastelun tuloksena selvisi, että lisäämällä Zeta633:een ominaisuuksia ja panostamalla tulevaisuudessa lasertulostimien hankintaan leikkuukoneille voidaan säästää huolto- ja puhdistusainekustannuksissa. Lisäksi leikkuukoneiden kuormaa tulisi jakaa tasaisemmin, jottei Zeta633 kuormitu liikaa.

Luvun 2 kuvio 1 on poistettu ja lukujen 3.3.4- 3.3.8 asiakastiedot on poistettu julkisesta versiosta.

---

Asiasanat: johdinleikkuu, Zeta633, leikkuukoneet, ajo-ohjelma, johdinlistaus

## ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences  
Electrical Engineering  
Electrical Power Engineering

LÄMSÄ, MARIA  
Improving the wire cutting

Bachelor's thesis 37 pages  
March 2014

---

Thesis was made for the company Jotwire Oy. The aim of the thesis was to find a solution to improve the work process of wire cutting.

The thesis process was started by getting familiar with every phase of the production. The aim of the closer examination of the production process was to find solutions that would help as well with the wire cutting. The orientation process was started from the documentation, after which the whole production process was gone through step by step. In the analysis of the production process, the aim was to try to find how it effects to the cutting and solutions how to make the product more efficiently.

In the analysis of the documentation it became apparent, that by improving the documentation programs, the documentation process could be faster. For example adding makro to Microsoft Exel that can convert wire list to the more suitable for the cutting program. Also the compatibility of different programs should be improved, that doing the same work twice in the documentation process could be avoided.

When analyzing the assembly process it was noticed that in the process of disassembling of the wire bundle takes unnecessary time from the assembly process by noticing this wire bundle descrambler was developed, which disassembles wire bundles one wire at the time straight to the roll picture. With the help of the wire descrambler the production time is noticeably reduced.

After this started the process of getting familiar with every wire cutting machine. The process started from the Zeta633, which is the most used cutting machine.

The aim by reviewing the features of the cutting machines and the cutting program itself was to find solutions to help the wire cutting. The result of the review was that by adding the features of the Zeta633 and invests to purchase a laser printer for the cutting machines it would bring savings in the maintenance and cleanser expenses. Also the work load should be divided between the machines more evenly so the Zeta633 wouldn't get overloaded.

Chapter 2 diagram 1 and the chapters 3.3.4-3.3.8 customer information has been removed from the version released to public reading.

---

Key words: wire cutting, Zeta633, cutting machines, cutting program, wire list

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	TOIMEKSIANTAJAYRITYS JOTWIRE OY .....	8
3	TUOTANNON KUVAUS .....	9
3.1	Dokumentointi .....	9
3.2	Esivalmistelu.....	11
3.3	Johdinleikkuu.....	11
3.3.1	Aplikaattorit .....	13
3.3.2	CFA.....	14
3.3.3	Komax Topnet.....	15
3.3.4	Zeta633.....	16
3.3.5	Alpha433 .....	18
3.3.6	Alpha 358.....	21
3.3.7	Crimpcenters36s1.....	23
3.3.8	Crimpcenters36s2.....	24
3.4	Liitintyöt .....	25
3.5	Kokoonpano.....	26
4	JOHDIN LEIKKUUN KUORMITETTAVUUS .....	28
4.1	Zeta633:n kuormitettavuus .....	28
4.2	Alpha433 ja Alpha358 kuormitettavuus .....	29
4.3	Crimpcenters36s1 ja Crimpcenters36s2 kuormitettavuus .....	30
5	JOHDIN LEIKKUUN ONGELMAT .....	31
5.1	Dokumentoinnin ongelmat .....	31
5.2	Tietotekniset ongelmat.....	31
5.3	Leikkuu työkuorman jakamisen ongelmat.....	32
6	JOHDIN LEIKKUUTA HELPOTTAVIA RATKAISUJA .....	33
6.1	Dokumentoinnin parantaminen.....	33
6.1.1	Tsekkari.....	33
6.2	Leikkuukoneiden parantaminen .....	34
6.2.2	Leikkuutöiden jakaminen.....	34
6.3	Tietotekniikan parantaminen .....	35
7	POHDINTA.....	36
	LÄHTEET.....	37

**ERITYISSANASTO**

rullakuva	tulostetaan rulla tulostimella, joka skaalaa kuvan mittasuhteeseen 1:1
tsekkari	johdinleikkuu listaus
Visma L7	tuotannonohjausohjelma
tuotantorakenne	listaus kaikista osista, mitä tarvitaan valmiin johdinsarjan valmistamiseen
vetotesti	liitin puristetaan johtimeen, jonka jälkeen sille tehdään testi, jossa mitataan kuinka kovaa johdinta voidaan vetää ennen kuin liitin irtoaa johtimesta. Vetotestin antaa tuloksen yksikössä N.
aplikaattori	liitinten ja johtimien yhteen liittämiseen käytetty puristustyökalu
krimppi	liittimen osa, mikä puristuu johtimen säikeiden ympärille
taivutussuoja	liittimen osa, joka estää kuparisäikeiden vääntymisen liittimessä
holkitus	lattaliittimeen pystytään leikkuussa laittamaan suojaholkki
fluksi	tinauksen imeytymistä parantava aine
kastotinaus	tinauksen ja johtimen väliin jää noin vaipanpaksuuden verran väliä.
bloki	Autocad- ohjelmaan luotu kotelon kuva ja osakoodi

**LYHENTEET**

CFA                      Crimp Force Analyzer, johdinleikkuukoneen ominaisuus,  
joka mittaa krimpipainetta puristusvaiheessa

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on pohtia, miten johdinleikkuusta saataisiin taloudellisempaa ja nopeampaa. Opinnäytetyössä käsitellään jokainen vaihe ennen johdinleikkuuta ja tavoitteena on löytää nopeuttavia ja taloudellisia ratkaisuja tuotantoon. Opinnäytetyön tarkoituksena on myös etsiä ratkaisua siihen, miksi johdinleikkuussa vain johdinleikkukone Zeta633 on ylikuormitettu, vaikka muitakin leikkukoneita on. Opinnäytetyön teon aikana hankittiin kaksi uutta johdinleikkukonetta, joihin myös tässä työssä tulee perehtyä. Opinnäytetyössä mietitään myös näiden uusien koneiden merkitystä työkuormaan ja tuleeko tehdä muita merkittäviä hankintoja johdinleikkuuseen.

Opinnäytetyö aloitettiin perehtymällä johdinleikkuuseen eri koneisiin; Zeta633, Alpha433, Alpha358, Crimpcenter36s1 ja Crimpcenter36s2. Tämän jälkeen perehdyttiin leikkuun ajo-ohjelmaan Komax Topnet:iin.

Tarkastelun tuloksena selvisi, että lisäämällä Zeta633:een ominaisuuksia ja panostamalla tulevaisuudessa lasertulostimien hankintaan leikkukoneille voidaan säästää huolto- ja puhdistusainekustannuksissa. Lisäksi leikkukoneiden kuormaa tulisi jakaa tasaisemmin, jottei Zeta633 kuormitu liikaa. Tuotannon tarkastelussa löydettiin myös kokoonpanoa helpottava ratkaisu. Rakentamalla kokoonpanijalle johdinnipun purkajan ylimääräisiä johdinkeloja käyttämällä pystyttiin tuomaan kokoonpanijan työhön helpotusta ja samalla tuotannon valmistumisaikaa pystyttiin vähentämään.

Dokumentoinnin tarkastelussa myös selvisi, että kehittämällä jatkossa dokumentoinnin ohjelmia, kuten tsekkarin luomiseen käytettyä sovellusta Microsoft Excel-ohjelmassa voidaan helpottaa huomattavasti dokumentoinnin työkuormaa sekä johdinleikkuun ajo-ohjelmien tekemistä.

## 2 TOIMEKSIANTAJAYRITYS JOTWIRE OY

Jotwire Oy kuuluu Ouneva Groupiin. Ouneva Groupiin kuuluu viisi yksikköä: Jotwire Oy, Alsiva Oy, Eswire Oy, Ouneva Oy ja Valukumpu Oy. Ouneva Groupiin kuuluvat yritykset täydentävät palveluillaan toisiaan, esimerkiksi Ouneva Oy valmistaa Jotwire Oy:lle liitinkoteloita.

Ouneva Group on perheyritys ja se perustettiin 1972 Tuupovaaraan. Nykyään Ouneva Groupiin kuuluvia tehtaita sijaitsee Joensuu ja Tuupovaaran lisäksi Intiassa sekä Virossa.

Jotwire:n pää osaaminen keskittyy johdin- ja kaapelisarjojen valmistamiseen eri tuotanto aloilla toimiville yrityksille. Jotwire valmistaa myös elektroniikkatuotteita, joita on esimerkiksi erilaiset piirikortit. Sen päätehdas sijaitsee Tuupovaarassa ja toinen tehdas sijaitsee Joensuussa, jossa kootaan vain tiettyjen asiakkaitten kokoonpanoja ja tehdään näiden asiakkaiden dokumentteja. Jotwire:llä on myös tehtaita Virossa ja Intiassa, joiden avulla se pyrkii takamaan asiakkailleen hintaetua.

Jotwire työllistää tällä hetkellä 135 henkilöä, kun taas perustamisvuonna 1989 henkilöstömäärä oli 17. Ouneva Groupin liikevaihto oli 2012 noin 75 miljoonaa euroa, josta Jotwire:n liikevaihto oli 20, 5 miljoonaa euroa.



### 3 TUOTANNON KUVAUS

Valmiin johdinsarjan aikaansaamiseksi, vaatii se monta tuotantovaihetta. Ensimmäinen tuotantovaihe on dokumentointi, jota seuraa esivalmistelu, leikkuu ja liitintyöt. Näiden vaiheiden jälkeen tuote kootaan kokoonpanossa valmiiksi, josta se on valmis lähtemään asiakkaalle. Ennen näitä vaiheita on myös tietenkin myynti- ja ostotoiminta, mutta tässä opinnäytetyössä ei näihin perehdytä tämän tarkemmin.

Jokaisella asiakkaalla on oma päädokumentoija ja tiiminvetäjä. Tiiminvetäjien tärkeimpiä tehtäviä on huolehtia dokumentoitavien tuotteiden tärkeys järjestyksestä yhdessä dokumentoijan kanssa ja huolehtia töiden valmistuksesta.

#### 3.1 Dokumentointi

Dokumentointi lähtee liikkeelle asiakkaan tuotantokuvista, joista dokumentoija piirtää tuotantoon sopivamman version ja lisää siihen omat tuotekoodit käytetyistä tuotteista.

Asiakkaalta saadusta kuvasta, johdinlistauksesta ja osaluettelosta dokumentoija katsoo ensimmäiseksi tarvittavien osien varastotilanteen ja tarvittaessa välittää ostoon tiedon mahdollisista uusista osista.

Dokumentoinnin työkaluina käytetään Autocad- ja Microsoft Excel:-ohjelmia. Autocad-ohjelman avulla piirretään asiakkaan kuvista rullakuva, joka on piirretty mittasuhteessa 1:1. Rullakuva piirretään oikeaan mittasuhteeseen, jotta kokoonpanovaiheessa voitaisiin havaita mahdolliset virheet leikkuussa ja myös valmiin tuotteen hahmottaminen on täten helpompaa.

Dokumentoija mitoittaa valmiin rullakuvan perusteella johdinten pituuden ja kirjaa valmiiseen tsekkari pohjaan johtimen pituuden yksi kerrallaan, lisää johtimille liittimet, johdinten leimat asiakkaan johdinlistauksen mukaan ja kohtiot joihin johdin kytketään. Tsekkariin merkitään myös nippuajojärjestys, jolla helpotetaan leikkuuta järjestelemällä johtimet pituuden, liittimen ja johdinten värin mukaan samaan nippuun.

Tämän jälkeen dokumentoija luo Visma L7-ohjelmaan asiakkaan tuotekoodin perusteella tuoterakenteen, johon kirjataan kaikki tarvittavat osat, johtimet, johdin pituudet, liittimet ja kirjaa eri tuotantovaiheille valmistusajan. Tämän jälkeen tsekkari tulostetaan ja toimitetaan leikkuuseen leikattavaksi.

Tiiminvetäjä ja muut dokumentoijat pystyvät seuraamaan eri asiakkaiden dokumentointia siihen tarkoitettuun Excel-tilukseen, johon dokumentoija täyttää missä vaiheessa dokumentointi on.

Kuvassa 1 on esitetty tsekkari ja kuvassa 2 on esitetty asiakkaan tuotantokuva valmistettavasta johdinsarjasta.

1	1X8/5	0404030	354	( 8400 )	354	0404030	XD30	2	
1	1X8/6	0404030	767	( 8400 )	767	0404030	XD30	1	
2	2 1X16	0404030	134	( 5740 )	134	0407877	XD46	1	
2	3 1X16	0404030	135	( 5740 )	135	0407877	XD46	2	
2	7 1X16	0404030	139	( 5740 )	139	0407877	XD46	5	
2	8 1X16	0404030	140	( 5740 )	140	0407877	XD46	6	
3	1 1X20	0404030	109	( 11300 )	109	0407877	X080	14	
3	2 1X20	0404030	110	( 11300 )	110	0407877	X080	13	
3	3 1X20	0404030	111	( 11300 )	111	0407877	X080	2	
3	4 1X20	0404030	112	( 11300 )	112	0407877	X080	1	

Nippuajojärjestys

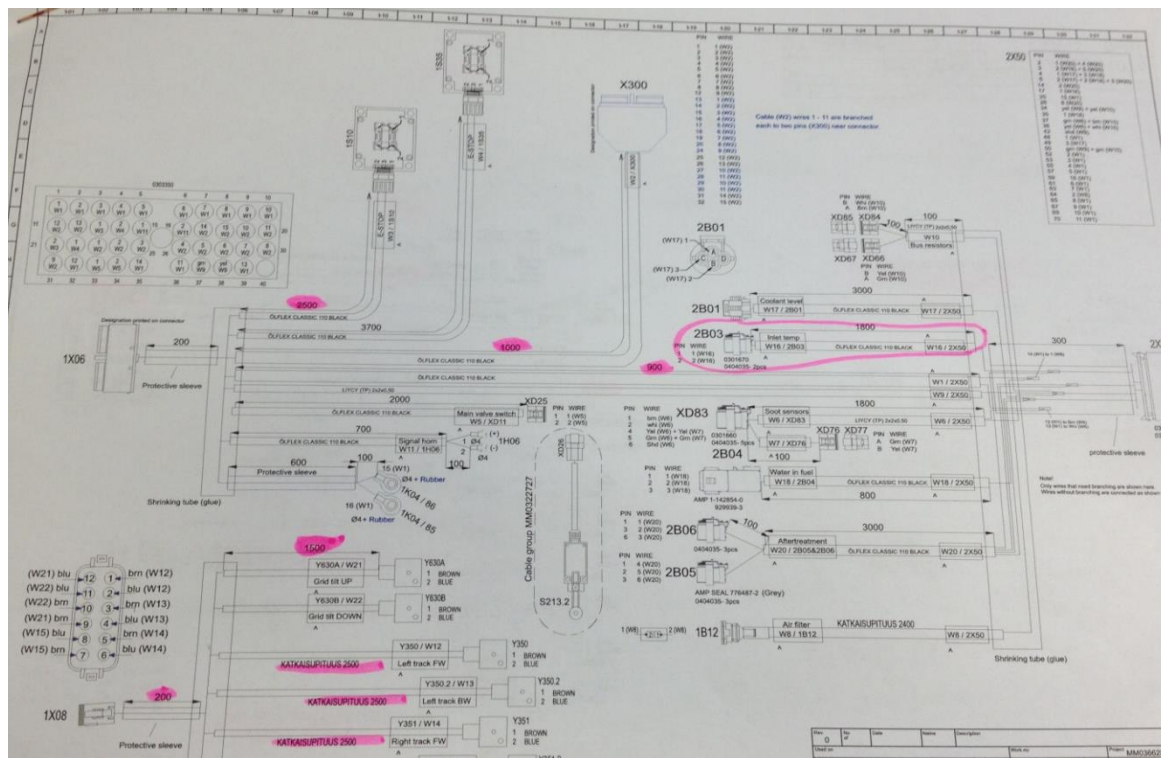
Liitin

Johtimen koodi, jossa näkyy poikkipinta-ala ja väri

Leima

kohtio, jossa näkyy kohtion napanumero

KUVA 1. Tsekkari valmiina (Kuva: Maria Lämsä 2013)



KUVA 2. Asiakkaan tuotekuva johdinsarjasta (Kuva: Maria Lämsä, 2013)

### 3.2 Esivalmistelu

Dokumentoinnin jälkeen kunkin asiakkaan tiiminvetäjä ajaa Visma L7-ohjelman avulla työkortin, joka ilmestyy esivalmistelijoiden sekä leikkuun työjonoon.

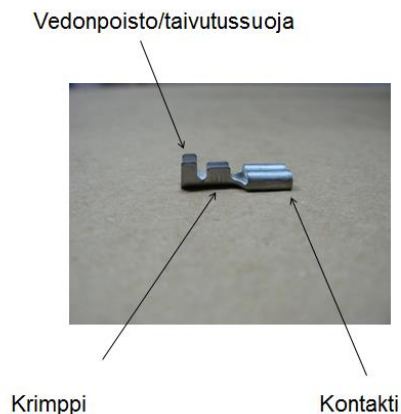
Esivalmistelija tulostaa työkortin ja tämän avulla kerää tuoterakenteen alla olevat osat omaan laatikkoon, joka toimitetaan tiiminvetäjälle. Esivalmistelija myös leikkaa kutistheet ja putket valmiiksi, jottei kokoonpanijan sitä tarvitse tehdä. Esivalmistelussa myös leimataan kutistemet liitinkoteloiden tunnuksien mukaan. Tiiminvetäjä huolehtii taas kokoonpanijalle osat.

### 3.3 Johdinleikkuu

Leikkuun tiiminvetäjä tekee valmiin tsekkarin pohjalta leikkuun ajo-ohjelman käyttäen Topnet- ohjelmaa. Leikkuu ohjelma siirretään Topnet:n avulla eri leikkuu koneisiin.

Ennen varsinaisen leikkuun aloittamista leikkaaja esivalmistelee leikkuun. Esivalmistelussa leikkaaja lataa leikkuukoneelle työn tsekkarin mukaisen työnumeron pohjalta. Tämän jälkeen leikkaaja etsii oikean aplikaattorin, johtimen ja liittimen leikkuukoneeseen. Seuraavaksi suoritetaan liittimelle käsin koepuristus ja tehdään visuaalinen tarkastus puristukselle. Tämän jälkeen tarkastetaan vielä, että aplikaattorin terät ja alasimet ovat kunnossa ja liittimen katkaisukohta on oikeassa kohdassa.

Esivalmistelun jälkeen seuraa leikkuukoneen opetuskierto. Opetuskierrrossa ajetaan leikkuukoneella johdin, johon suoritetaan visuaalinen laaduntarkastus puristusliitokselle. Tarkastelussa katsotaan, että johtimen poikkipinta-ala liittimelle ja kuorinta pituus on sopiva. Seuraavaksi tarkastellaan kuorinta jäljen siisteyttä, johtimen kohta liittimessä, krimpipin puristuskohta on oikeassa kohtaa ja taivutussuoja on puristunut oikein. Väärin puristettu krimppi rikkoo johtimen vaipan ja vaikuttaa johtimien sähkönjohtavuuteen. Kuvassa 3 on esitetty kontaktin rakenne. Kuviossa 1 on esitetty oikein puristettu krimppi ja taivutussuoja.



KUVA 3. Kontaktin rakenne (Kuva: Maria Lämsä 2013)



malliltaan oikea krimpipin poikkileikkaus



malliltaan oikea taivutussuojan poikkileikkaus



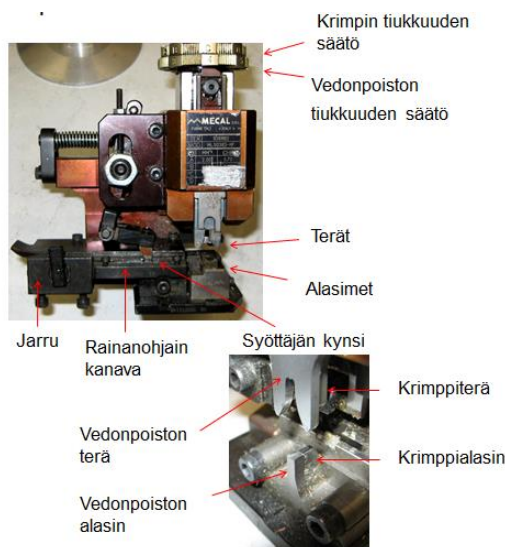
Oikein puristettu krimppi ja taivutussuoja

KUVIO 1. Oikein puristettu krimppi ja taivutussuoja (Jotwire Oy, Johdinleikkuun yleisohje 2013,3)

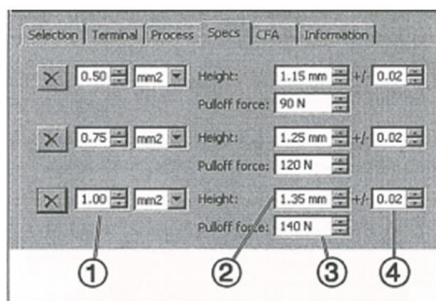
### 3.3.1 Aplikaattorit

Käytössä on Mecal-aplikaattoreita ja aplikaattoreissa käytetäänkin vain Mecal:n alkupe-  
räisiä osia. Aplikaattoreiden valmistusta varten toimitetaan valmistajalle liitin, joiden mu-  
kana saadaan mallit ja ohjearvot mm. poikkipinnoille, krimpिन korkeudelle ja +/- tole-  
ranssi. Kuvassa 4 on esitetty aplikaattorin rakenne.

Aplikaattorin datatiedot tallennetaan leikkuukoneelle. Kuviossa 2 on esitetty leikkuuko-  
neen valikko, johon datatiedot tallennetaan ennen varsinaisen leikkuun aloittamista.



KUVA 4. Aplikaattorin rakenne (Kuva: Maria Lämsä 2013)

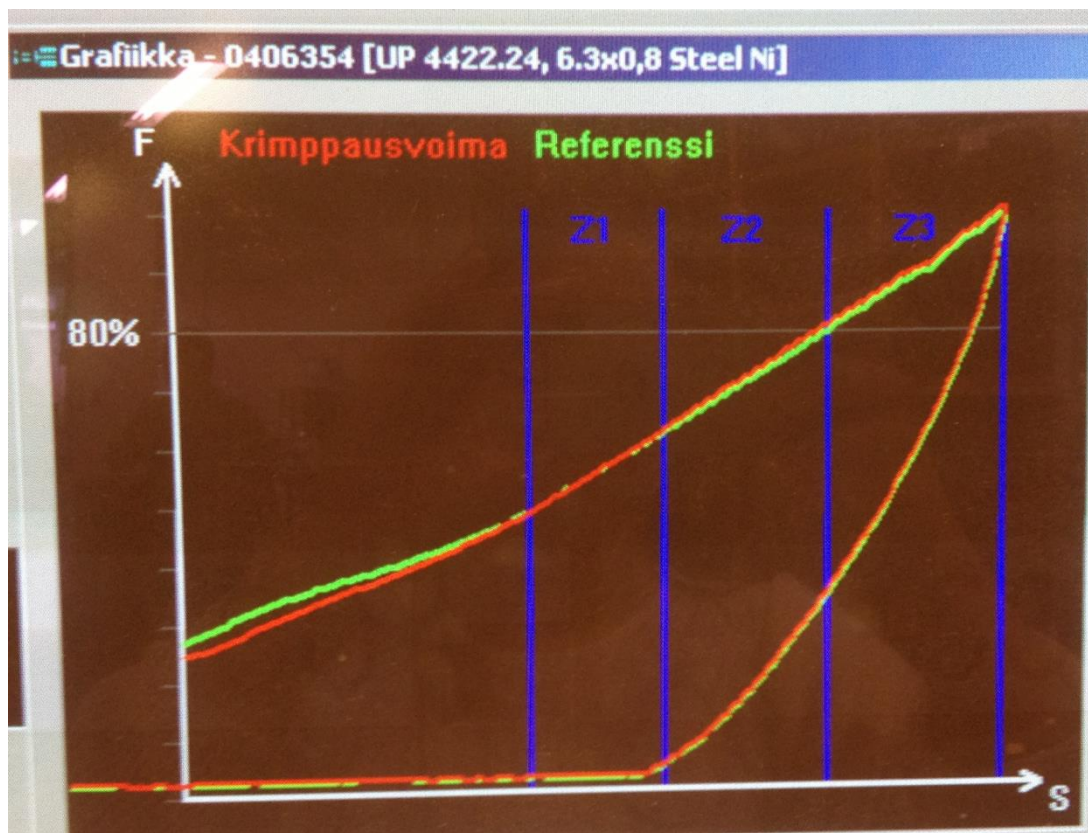


KUVIO 2. Leikkuukoneen valikko (Johdinleikkuun yleisohje 2013, Jotwire Oy)

### 3.3.2 CFA

Leikkuukoneen krimpipuristusvoimalla on myös tuotannon raja-arvo, jota verrataan toisiinsa. Leikkuukoneelle asetetaan opetus- ja pysäytysrajakertoimet liittimen datalehden avulla. Leikkuukone mittaa puristusvoimaa kolmella eri alueella Z1, Z2 ja Z3, joita se vertaa annettuun arvoon. Kuvassa 5 on esitetty leikkuukoneen liittimen puristusvoima. Vihreällä värillä kuvataan liittimen toivottua puristusvoimaa ja punaisella värillä toteutunutta puristusvoimaa. Kuvassa 5 liittimen haluttu puristusvoima on toteutunut ja liitin on täten puristunut hyväksytysti johtimeen.

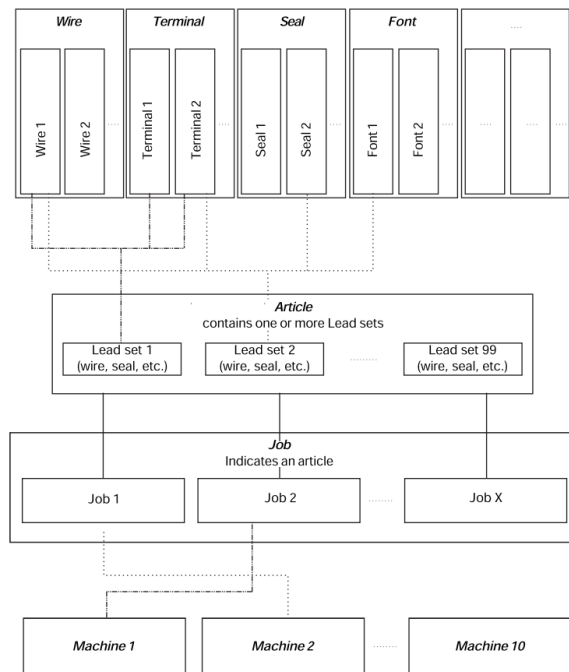
Puristusvoiman muuttuessa leikkuukone hylkää liitoksen. Tyypillisiä puristusvoiman muutoksia voivat olla mm. vaippa jää krimpipin sisään, johtimesta leikkautuu säikeitä, kuorintapitus liian lyhyt, liitin tai johdin loppuu tai aplikaattorin alasin rikkoutuu.



KUVA 5. Liittimen puristusvoiman mittauksen graafinen esitys (Kuva: Maria Lämsä 2013)







KUVIO 3. Leikkuu ajo-ohjelman luominen (Johdinleikkuun yleisohje, Jotwire Oy)

### 3.3.4 Zeta633

Zeta633:ssa on neljä prässää eli se pystyy lyömään neljää eri liittintä yhdessä ajossa, sillä myös pystyy ajamaan 36 eri johdinta yhtä aikaan. Muilla koneilla pystyy ajamaan vain yhden johtimen. Zeta633:lla pystytään ajamaan maksimissaan poikkipinta-alaltaan  $6\text{mm}^2$  johdinta ja ohuimmillaan  $0,5\text{ mm}^2$ . Zeta633 vertaa leikkuun aikana liittimien puristuvuuksia, sille asetettuun toleranssiin. Ennen varsinaista ajoa testataan liittimen korkeus ja tehdään sille vetotesti.

Tällä hetkellä Zeta633:lla leikataan noin 45 % kaikista leikkuu töistä. Yksi syy tähän on se, että sillä pystyy leimaamaan mustaa sekä sinistä leimaa johtimeen, kun taas muissa leikkuukoneissa ei pysty kuin leimaamaan mustalla värillä. Zeta633:lla on myös helppompaa ajaa pitempää piuhaa, sillä se niputtaa johtimet valmiiksi. Muut leikkuukoneet eivät tätä tee vaan niputtaminen täytyy tehdä käsin. Zeta633:n hyviä puolia verrattuna muihin leikkuukoneisiin on, että se tuo automaattisesti huonon johtimen sivuun ja se myös leikkaa esimerkiksi huonosti puristuneen liittimen pois.

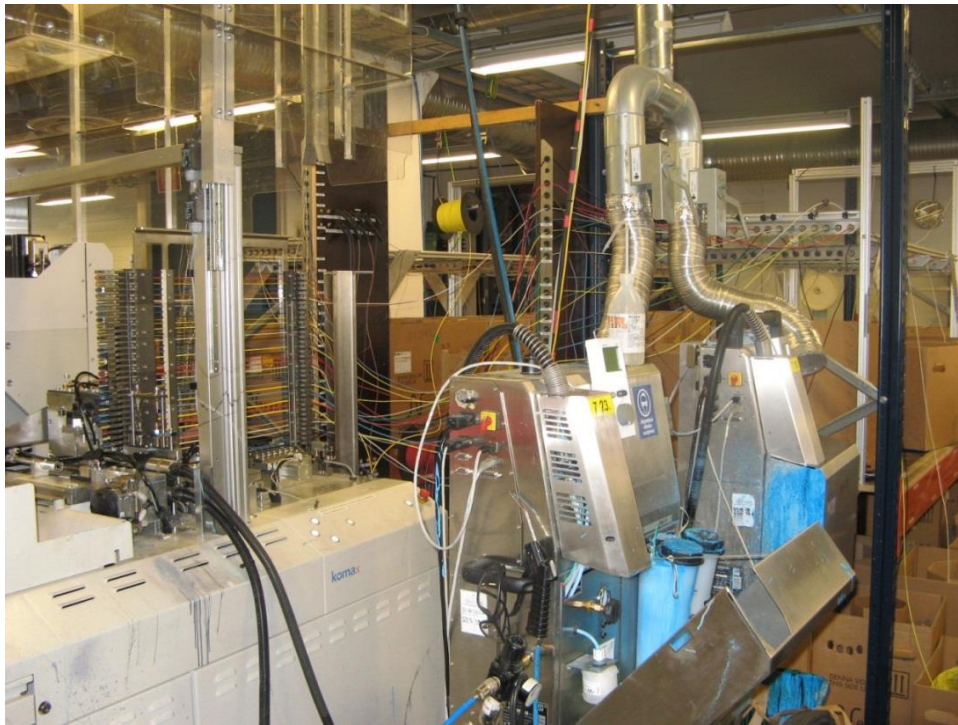


Zeta 633:n yksi huonoista puolista on, ettei se pysty lyömään alle 150 mm pituisiin johdtimiin kuin toiseen päähän liittimen, kun taas alpha 433 ja alpha 358 pystyvät tähän. Zeta 633:lla ei myöskään pystytä laittamaan 2 johdinta saman liittimen alla, kun taas muut leikkuukoneet pystyvät sen tekemään. Zeta 633:lla leikataan parhaimmillaan 4000–5000 johdinta päivässä. (Komax-käyttöohje, Jotwire Oy; Meriläinen 2013)

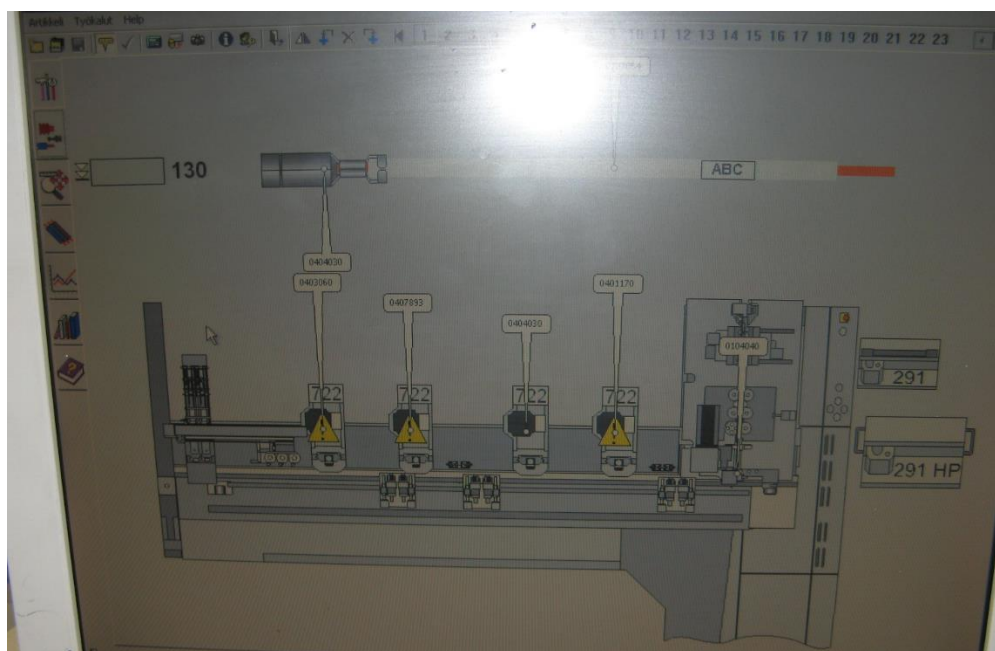
Alla olevissa kuvissa 7, 8 ja 9 on esitetty leikkuukone zeta 633.



KUVA 7. Zeta633 (Kuva: Maria Lämsä 2013)



KUVA 8. Zeta633 leimasin ja johdinten syöttö (Kuva: Maria Lämsä 2013)



KUVA 9. Zeta633 (Kuva: Maria Lämsä 2013)

### 3.3.5 Alpha433

Alpha 433 pystyy lyömään 2 liittintä kerrallaan. Liittimien vähyys hankaloittaa sarjojen ajamista, sillä leikkaaja joutuu miettimään mitä töitä pystyisi ajamaan samoilla liittimillä,

jotta mahdollisimman vähillä liittimien vaihdoilla päästäisiin. Alpha433:ssa on tinaus-asema, holkitusasema ja sillä pystyy ajamaan kaksi johdinta yhden liittimen alle. Näitä ominaisuuksia ei löydy esimerkiksi Zeta633:sta.

Alpha433 tarkkailee kuten myös muutkin koneet krimpipaksuutta ja hylkää automaattisesti leikkuukoneen kouruun. Alpha433:n huonoja puolia on, että se hylkää huonot johtimet samaan kouruun kuin hyvät ja ettei se niputa johtimia valmiiksi kuten Zeta633.

Alpha433:lla pystyy ajamaan minimissään 60 mm pitkää johdinta, siten että molemmissa johtimen päissä on liitin. Alpha433:lla ajetaan viikossa noin 400 johdinta, mikä on huomattavasti pienempi määrä kuin Zeta633. (Komax-käyttöohje, Jotwire Oy; Meriläinen 2013)

Alpha433:ssa on fluksi asema, johon leikkuukone kastaa johtimen ensiksi ennen kuin se vie johtimen tinaputouksen alle. Kaikki tinaukset tehdäänkin kastamalla johdin tinaan.

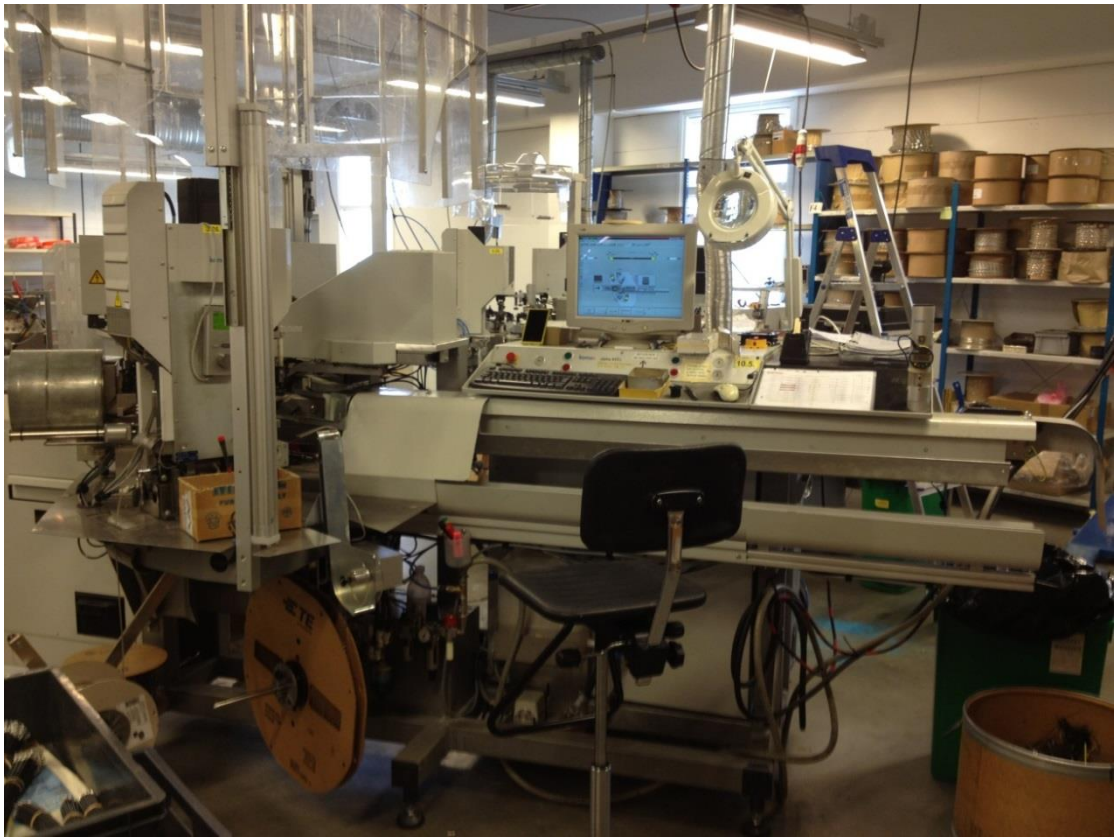
Poikkipinta-alaltaan  $1,5 \text{ mm}^2$  johdin on vielä tinattavissa, kun jo poikkipinta-alaltaan  $2,5 \text{ mm}^2$  johtimen tinaaminen on hankalaa.

Tinausajo on hidasta verrattuna normaaliin leikkuu ajoon. Tinan kuivuminen määrittelee pitkälti leikkuun nopeuden, sillä nopeasti ajettuna tinatun johtimen tina sotkee koko leikkuukoneen ja eikä johtimen tinasta tule täten siisti. Tinauksen jälkeen suoritetaan tinatulle johtimelle visuaalinen tarkastus.

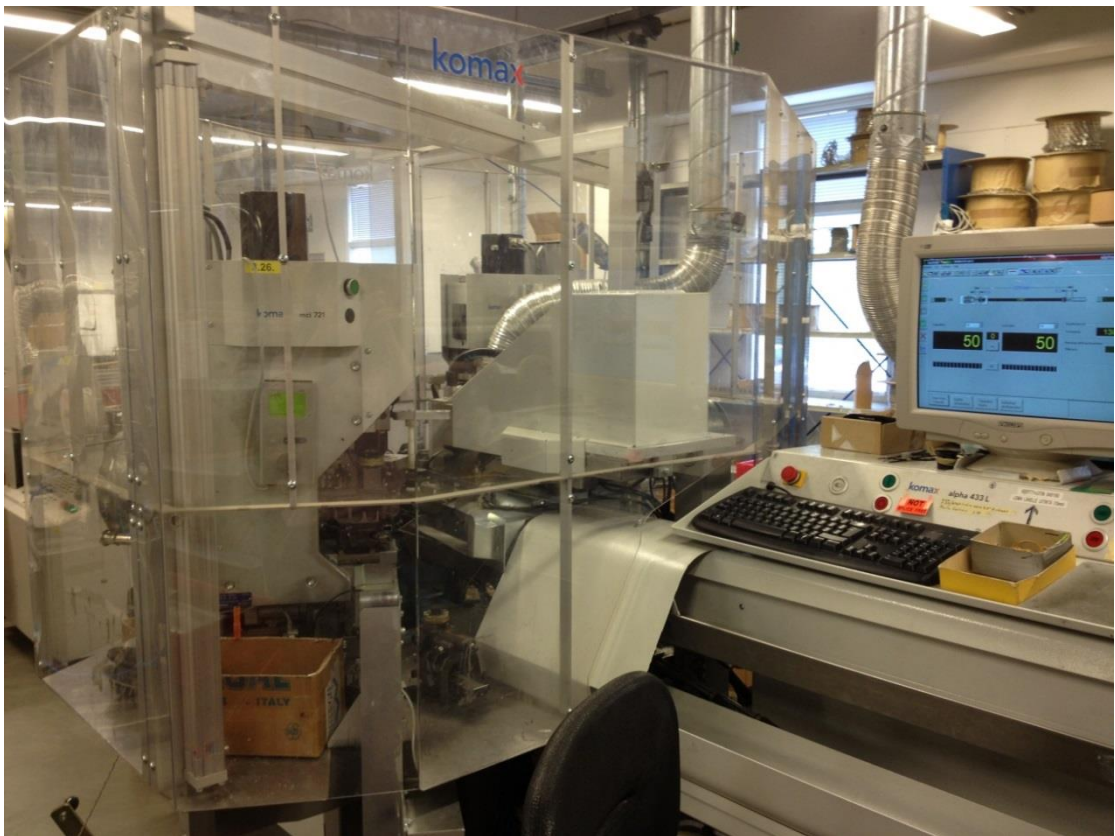
Alpha433:lla ei pysty ajamaan kuin yhtä johdinta kerrallaan ja sillä ei voida leimata kuin sinistä leimaa, mikä vaikuttaa työaikaan ja ajettavien töiden määrään.

Alla olevissa kuvissa 10, 11 ja 12 on esitetty leikkuukone Alpha433.





KUVA 10. Alpha433 (Kuva: Maria Lämsä 2013)



KUVA 11. Alpha433 (Kuva: Maria Lämsä 2013)



KUVA 12. Alpha433 takaa (Kuva: Maria Lämsä 2013)

### 3.3.6 Alpha 358

Alpha 358:lla ajetaan niitä asiakkaita, joissa on paljon pitkiä johtimia. Alpha358:lla pystytään lyömään 2 liitintä kerrallaan. Alpha358:lla ei pystytä myöskään ajamaan kuin yksi johdin kerrallaan ja sillä ei pystytä leimaamaan kuin sinistä leimaa.

Alpha358:lla leikataan lyhyimmillään 2,5 m johtimia. Johtimen poikkipinta-ala vaikuttaa johtimen leikkuukykyyn, sillä mitä paksumpi johdin sitä lyhyempää pystytään leikkaamaan. Ohuin johdin poikkipinta-alaltaan on  $0,25 \text{ mm}^2$ , mitä pystytään Alpha358:lla ajamaan. Alpha358:n rajoituksia on, ettei sillä pystytä ajamaan nippuajoja tai tinausajoja. (Komax-käyttöohje, Jotwire Oy; Meriläinen 2013)

Alla olevissa kuvissa 13 ja 14 on esitetty leikkuukone Alpha358.





KUVA 13. Alpha358 (Kuva: Maria Lämsä 2013)



KUVA 14. Alpha 433 takaa (Kuva: Maria Lämsä 2013)

### 3.3.7 Crimpcenters36s1

Crimpcenters36s1:lla ajetaan siis samojen asiakkaiden töitä, kuin Zeta633 ja sellaisia joissa on paljon pitkiä johtimia.

Crimpcenters36s1:lla pystytään lyömään kolme eri liitintä ja kaksi johdinta yhden liittimen alle. Poikkipinta-alaltaan  $4\text{mm}^2$  johdin on paksuin, mitä crimpcenters36s1 voidaan ajaa. Poikkipinta-alaltaan taas ohuin johdin on  $0,14\text{ mm}^2$ . Crimpcenters36s1 pystytään ajamaan lyhyimmillään 55 mm pituisia johtimia.

Crimpcenters36s1 ja Crimpcenters36s2 ovat uusia koneita, joten niillä ei ole leikattu johtimia vielä juuri ollenkaan. (Komax-käyttöohje, Jotwire Oy; Meriläinen 2013)

Alla olevassa kuvassa 15 on esitetty leikkuukone crimpcenters36s1.



KUVA 15. Crimpcenters36s1 (Kuva: Maria Lämsä 2013)

### 3.3.8 Crimpcenters36s2

Crimpcenters36s2:lla pystytään lyömään kaksi eri liittintä ja kaksi johdinta yhden liittimen alle. Crimpcenters36s2:ssa on tinausasema ja se myös niputtaa johtimet valmiiksi. Crimpcenters36s2:lla ei pystytä tekemään holkituksia.

Crimpcentes36s2:lla ajetaan sen lyhyen hihnan takia vain töitä joissa on paljon lyhyitä johtimia. Crimpcenters36s2:lla pystytään ajamaan lyhyimmillään 35 mm pitkää johdinta, siten että kumpaakin johtimen päähän saadaan lyötyä liitin.

Crimpcenters36s2:lla on myös helpompi ajaa poikkipinta-alaltaan pienimpiä piuhoja kuin crimpcenters36s1:lla. Crimpcenters36s2 pystytään ajamaan poikkipinta-alaltaan 0,14-4 mm<sup>2</sup> paksuista johdinta. (Komax-käyttöohje, Jotwire Oy; Meriläinen 2013)

Alla olevassa kuvassa 16 on esitetty leikkuukone crimpcenters36s2.



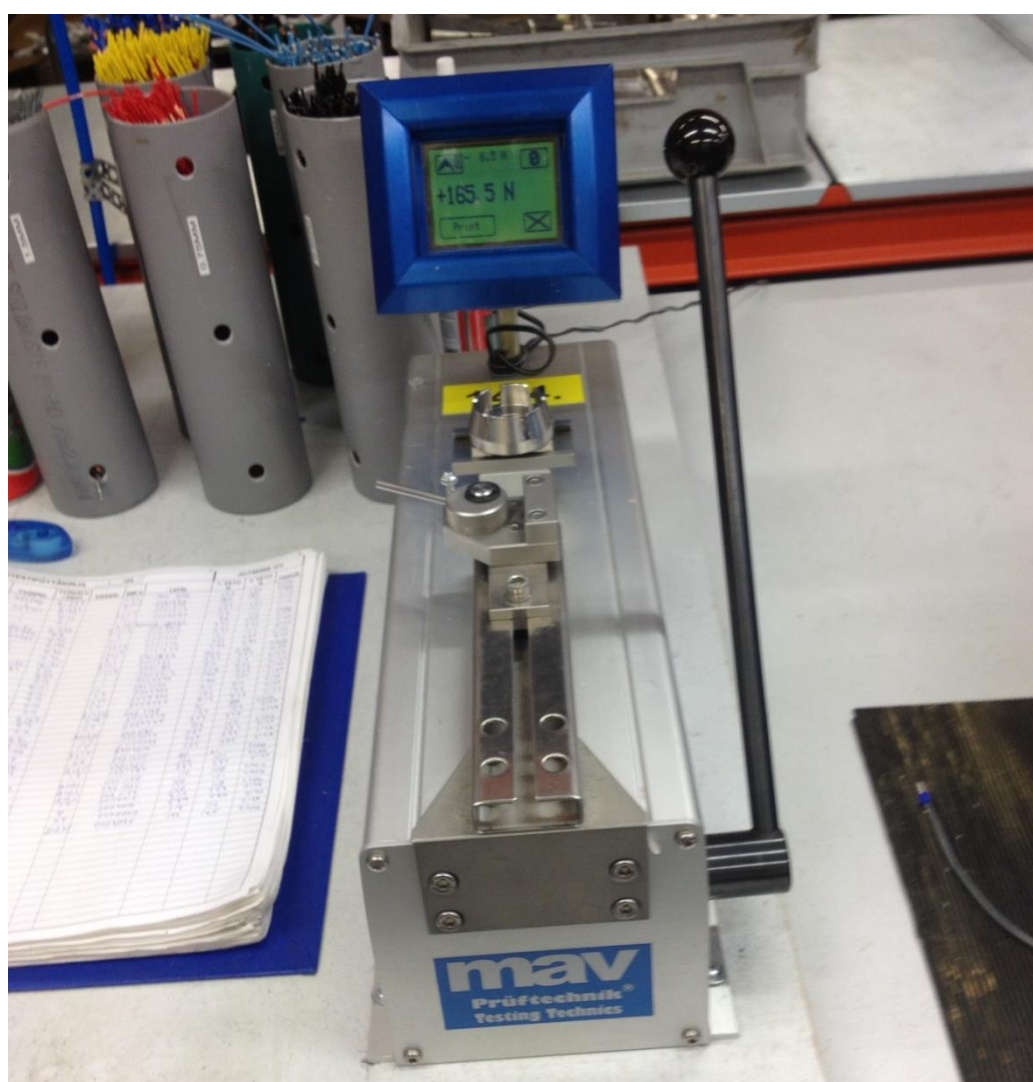
KUVA 16. Crimpcenters36s2 (Kuva: Maria Lämsä 2013)



### 3.4 Liitintyöt

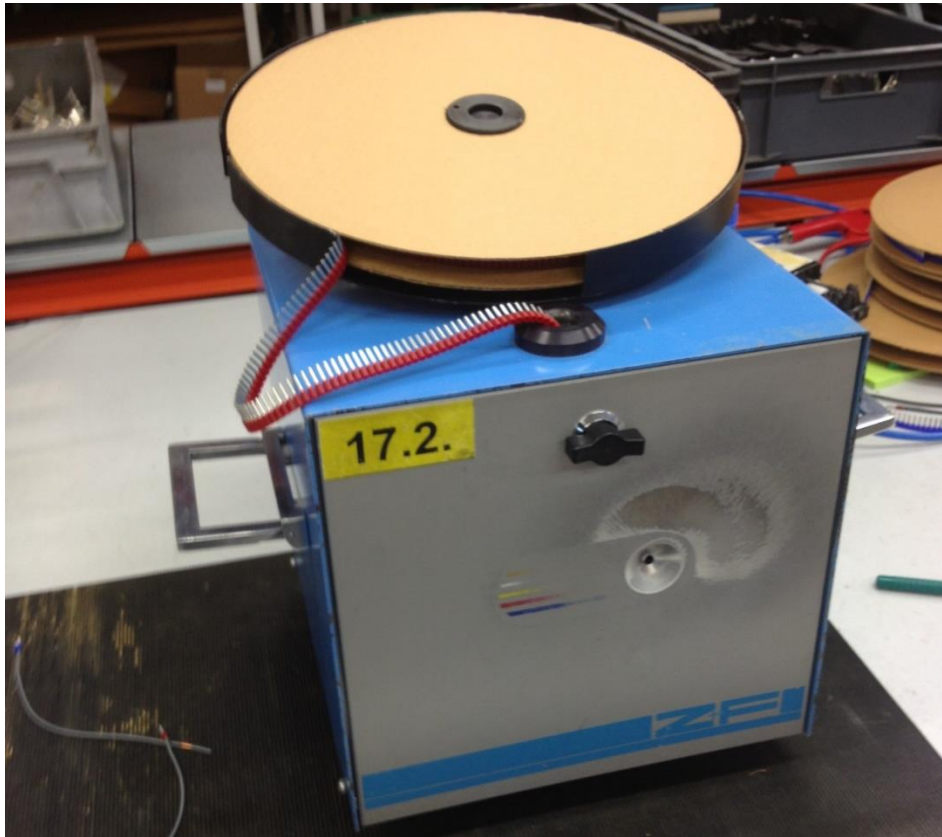
Leikkuun jälkeen johtimet tulevat liitintöihin, jossa lyödään ne liittimet joita ei pystytä leikkuussa lyömään leikkuukoneilla. Liitintyössä tehdään myös liittimille vetotestejä, jossa varmistetaan liittimen kestävyys rasiustilanteissa. Liittimien valmistajat antavat liittimille ohjearvoja, kuinka paljon liitintä pystytään kuormittamaan.

Vetotesti tehdään kuvan 17 mukaisella laitteella, jonka jälkeen kirjataan tulokset ylös ja verrataan liittimen valmistajan antamiin arvoihin. Vetotestillä varmistetaan, että asiakkaalle ei lähde huonosti löytyjä liittimiä ja liitinkoneiden asetukset ovat oikein.



KUVA 17. Vetotestikone (Kuva: Maria Lämsä, 2013)

Alla olevassa kuvassa 18 on esitetty eristettyjen liittimien lyöntiin tarkoitettu kone, joka toimii ilmanpaineella.



KUVA 18. Eristettyjen liittimien lyöntikone (Kuva: Maria Lämsä, 2013)

### 3.5 Kokoonpano

Leikkuun jälkeen valmiit johtimet, toimitetaan laatikossa, jossa on myös tsekkari. Tsekkarin avulla kokoonpanija pystyy aloittamaan varsinaisen kokoonpanon. Tsekkarin ja rullakuvan avulla kokoonpanija kokoaa valmiin johdinsarjan.

Kokoonpanija kutistaa johtimien päihin kutisteet, joihin ei ole voitu leikkuussa lyödä kotelon tunnusleimaa. Kaikkiin johdinsarjoihin kutistetaan kutiste, jossa on tuoterakenteen koodi.

Kokoonpanija aloittaa työnsä selvittämällä johdinleikkuusta tulleet johdinniput ja kokoaamalla ne seinälle, josta kokoonpanijan on helpompi ottaa johdin yksitellen. Sen jälkeen, johtimet pujotetaan suojaputken läpi ja kytketään koteloiden napoihin, ylimääräiset koteloiden navat tulpataan.

Opinnäytetyön aikana kehitettiin kokoonpanoa helpottava johdinnippujen purkamiseen käytetty laite. Kokoonpanija asettaa purkajaan johdinnipun, joka on jo leikkuussa kiepustettu valmiiksi rullalle. Johdinnippu asetetaan purkajaan ja johdinnipusta voidaan vetää yksitellen johdin rullakuvan oikeaan paikkaan. Purkaja helpottaa muun muassa kokoonpanijan työtä, siten ettei sen tarvitse purkaa nippuja ja asetella johtimia odottamaan asennusta seinille. Purkajan ansiosta itse työpisteen puhtaanapito helpottuu ja täten säästetään aikaa kun johdinnippuja ei tarvitse selvittää.

Kuvassa 19 on esitetty johdinnippujen purkaja.



KUVA 19. Johdinnippujen purkuun kehitetty apulaite (Kuva: Maria Lämsä 2013)

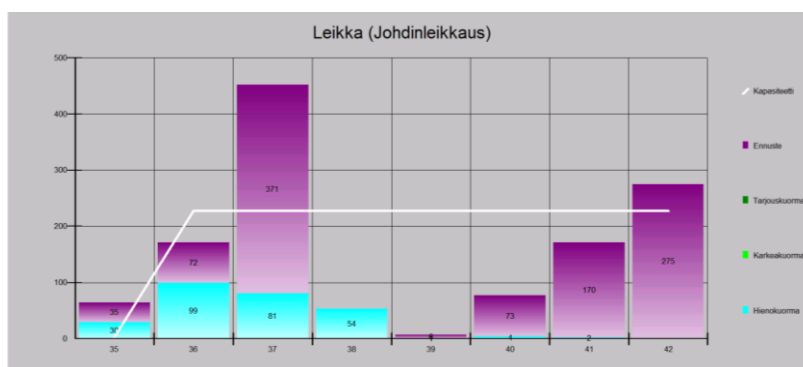
## 4 JOHDIN LEIKKUUN KUORMITETTAVUUS

Johdin leikkuun töiden jakautumista jokaiselle koneelle seurataan työtuntien avulla Visma L7-ohjelmassa. Johdin leikkuun leikkuaikaan vaikuttaa monet tekijät. Leikkuaikaan vaikuttaa merkittävästi kiireellisten toimitusten määrä, jotka menevät muiden leikkutöiden edelle ja täten luovat leikkuuseen painetta hoitaa kaikki leikkuut samaan aikaan kuin ilman kiireellisiä toimituksia.

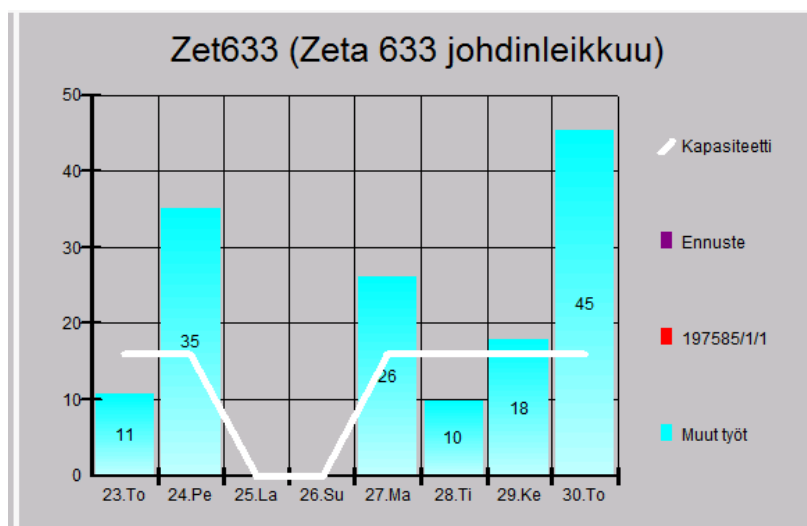
### 4.1 Zeta633:n kuormitettavuus

Tällä hetkellä Zeta633:sta ajetaan kolmessa työvuorossa, kun taas muita koneita ajetaan kahdessa. Zeta633:n työkuorma on noin 45 % suurempi kuin muilla koneilla.

Valkoinen viiva kuvioissa kuvaa kapasiteettia, minkä leikkuukone pystyy leikkaamaan.. Violetilla värillä kuvataan, mikäli halutaan ennustaa leikkuukoneiden kuormaa tulevaisuudessa. Sininen palkki kuvaa leikkutöiden määrää. Alla olevassa kuviossa 4 on esitetty johdinleikkuun kuormitettavuus viikoittain. Kuviossa 5 on esitetty Zeta633:n kuormitettavuus toukokuussa. Kuvioista 5 voi huomata, että Zeta633 on kuormitettu liikaa.



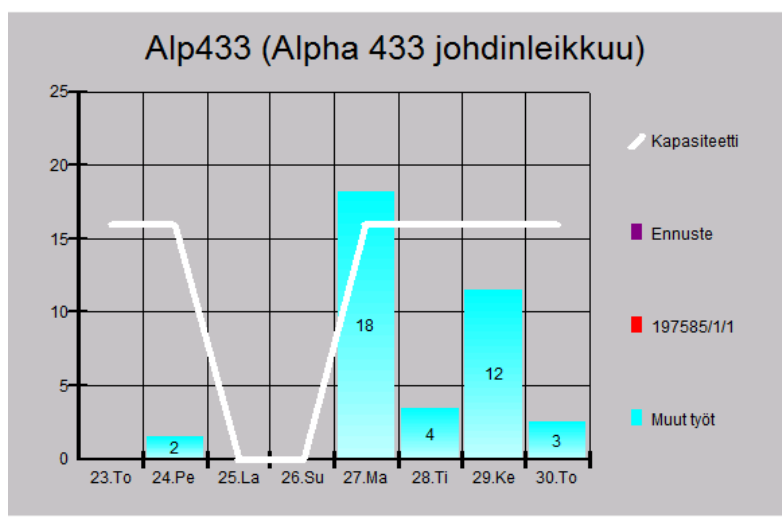
KUVIO 4. Zeta 633 kuormitettavuus (Visma L7-ohjelma, 2013)



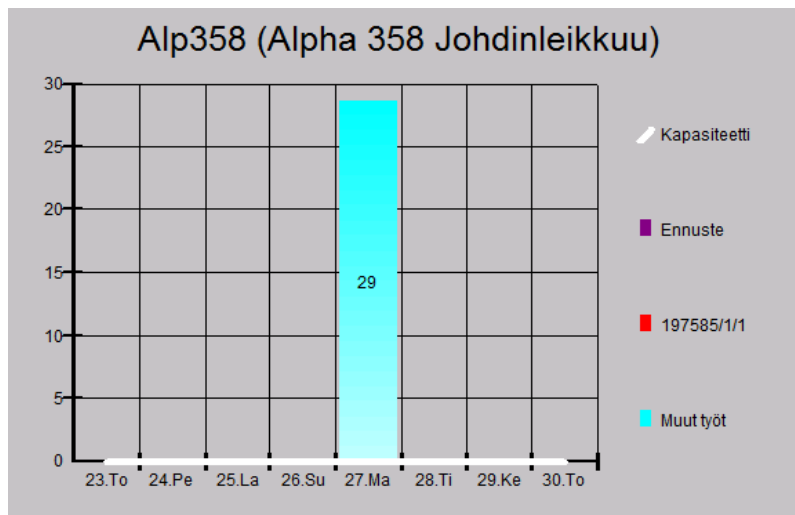
KUVIO 5. Zeta633:n kuormitettavuus (Visma L7-ohjelma, 2013)

#### 4.2 Alpha433 ja Alpha358 kuormitettavuus

Alla olevissa kuviossa 6 ja 7 on esitettynä Alpha433:n ja Alpha358:n kuormitettavuus toukokuussa. Kuten kuvioista voi huomata, ei alpha-koneiden kuormitettavuudet ole läheskään samalla tasolla kuin Zeta633:n. Kuvioista 6 ja 7 voidaan huomata, että Alpha433:lla ajetaan enemmän kuin Alpha358:lla. Alpha 433:n suurempaan kuormitettavuuteen vaikuttaa sen paremmat leikkuu ominaisuudet verrattuna Alpha433:een.



KUVIO 6. Alpha 433 kuormitettavuus (Visma L7-ohjelma, 2013)

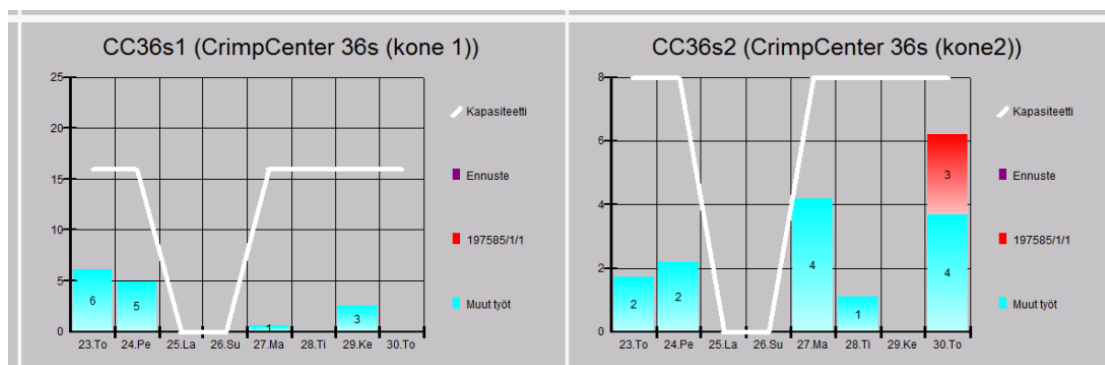


KUVIO 7. Alpha 358 kuormitettavuus (Visma L7-ohjelma, 2013)

### 4.3 Crimpcenters36s1 ja Crimpcenters36s2 kuormitettavuus

Alla olevassa kuviossa 8 on esitetty Crimpcenter36s1:n ja Crimpcenter36s2:n kuormitettavuus toukokuussa. Kuvioista 8 voi huomata, ettei Crimpcenter36s1:n ja Crimpcenter36s2:n kuormitettavuus ole läheskään samalla tasolla kuin Zeta633:n kuormitettavuus. Yksi syy tähän on se, ettei Crimpcenter36s1:llä ja Crimpcenter36s2:llä oltu vielä toukokuussa juurikaan ajettu johdinsarjoja.

Kaikkien leikkuukoneiden kuormitettavuus laski huomattavasti kesää kohden, sillä asiakkaiden omat tilaukset laski.



KUVIO 8. Crimpcenters36s1 ja Crimpcenters36s2 kuormitettavuus (Visma L7-ohjelma, 2013)

## **5 JOHDIN LEIKKUUN ONGELMAT**

Johdin leikkuun ongelmat ovat hyvin monisyisiä. Yksi on kiireellisten töiden sovittaminen normaaliin leikkuu työjärjestykseen. Toinen leikkuuta ja koko tuotantoa koskettava ongelma on dokumentointi ja sen nopeus. Kolmas ongelma, mikä koskettaa sekä leikkuuta ja koko tuotanto on tietotekniset ongelmat.

### **5.1 Dokumentoinnin ongelmat**

Dokumentoinnin ongelmia on sen riippuvuus asiakkaan suunnittelutiimeistä. Asiakkaan ollessa myöhässä uuden tuotteen suunnittelussa kostahtuu myöhästyminen dokumentoinnissa, jossa tuote tulee muokata tuotantoon sopivaksi samassa ajassa. Dokumentoinnin myöhästyminen taas vaikuttaa leikkuuseen ja täten myös koko tuotantoon.

Dokumentoinnin hitauteen vaikuttaa myös tietotekniset ongelmat, sillä aiemmin Autocad-ohjelmasta pystyttiin luomaan suoraan Visma L7-ohjelmaan tuotteen rakenne, johon se listasi kaikki osat valmiiksi. Valmis rakenne ei kaikesta huolimatta ollut tarkka, sillä se ei välttämättä tunnistanut kaikkia Autocad-ohjelmaan luotuja blokeja.

Dokumentoinnissa kirjataan johtimet tsekkariin koteloiden kohtionimi järjestyksessä Microsoft Excel:n, josta Microsoft Excel:n makro laskee johtimien pituudet ja liittimet automaattisesti. Nämä kirjataan tästä Visma L7:n rakenteelle käsin, mikä kasvattaa inhimillisten virheiden määrää kirjattaessa johdinten leikkuu pituuksia.

### **5.2 Tietotekniset ongelmat**

Leikkuu ja koko tuotanto on riippuvainen Visma L7-ohjelmasta, sillä Visma L7-ohjelman kaatuessa ei pystytä ajamaan työkortteja, leikkuu ei pysty leikkaamaan, dokumentointi ei voi tehdä tuotteiden rakenteita, myynti ei pysty laskemaan tuotteille hintaa jne. Varsinkin kuluvana vuonna Visma L7-ohjelma oli paljon nurin joko ukkosen tai päivitysten vuoksi, mikä vaikutti koko tuotantoon.

Yksi ongelma on myös se että, leikkuun ajo-ohjelma on myös Microsoft Excel- tiedosto, joka siirretään leikkuukoneisiin. Vaikka leikkuu ajo-ohjelma on samanmuotoinen, kuten tsekkari, ei tsekkaria juuri pystytä suoraan hyödyntämään vaan leikkuun tiiminvetäjä joutuu käsin lisäämään ajo-ohjelmaan mm. leimat ja johdinten pituudet. Leikkuussa siis tehdään sama työ uudestaan, mikä tehdään jo dokumentoinnissa.

### **5.3 Leikkuu työkuorman jakamisen ongelmat**

Leikkuukoneiden hajoaminen on myös johdin leikkuuseen suuresti vaikuttava. Kesän aikana zeta 633 hajosi, eikä uutta osaa saatu viikkoon koneeseen, joten se loi hetkellisen piikin leikkuuseen.

Leikkuun työkuorma on myös liikaa painottunut zeta 633:n ympärille, sillä muilla leikkuukoneilla ei pystytä leikkaamaan yhtä nopeasti. Zeta 633:ssa on myös paljon teknisesti parempia ominaisuuksia, verrattuna muihin leikkuukoneisiin, kuten leimaaminen mustalla värillä.

Myös protovaiheessa olevat työt leikataan yleensä zeta633:lla, koska zeta633:lle on nopeinta ja helpointa tehdä ajo-ohjelma ja eikä leikkaajan myöskään tarvitse vaihdella johdintia tai liittimiä koneensa.



## 6 JOHDIN LEIKKUUTA HELPOTTAVIA RATKAISUJA

Johdin leikkuun nopeuteen ja siten parantamiseen voidaan vaikuttaa monella tavalla. Yksi näistä on parantaa dokumentoinnin, leikkuun ja koko tuotannon ohjelmia.

### 6.1 Dokumentoinnin parantaminen

Dokumentointia pystytään parantamaan tietoteknisiä ongelmia ja kehittämällä dokumentoinnin työkaluja.

Leikkuuta helpotetaan, kun dokumentoinnissa voitaisiin jo valmiiksi miettiä liittimien järjestystä eli kirjataan tsekkariin samanlaiset liittimet peräkkäin tai listaamalla johtimet tyypeittäin.

Dokumentointia voidaan myös nopeuttaa, kun saadaan Autocad, Visma L7 ja Microsoft Excel toimimaan yhteen, jolloin välttyttäisiin saman työn tekemiseltä uudestaan. Parantamalla Autocad:sta löytyvien blokejen kirjastoa vältetään, siltä ettei dokumentoijan tarvitse käyttää aikaa uuden blokin luomiseen.

Päivittämällä myös Visma L7 löytyvien johtimien, liittimien yhteensopivuuksien tietoja vältetään myös, siltä ettei dokumentoinnissa tarvitse miettiä mikä liitin pystytään lyömään kullekin johtimelle.

#### 6.1.1 Tsekkari

Tsekkaria voitaisiin kehittää, siten että makron avulla voitaisiin Excel-taulukon toiselle sivulle listata valmiiksi liittimet ja johtimet järjestykseen, jotka pystytään leikkuussa leikkaamaan. Tällä tavoin menettelemällä, leikkuun tiiminvetäjä välttyy turhalta liittimien ja johtimien uudelleen järjestelyllä, mikä säästää pitkällä aikavälillä aikaa ja rahaa.

Tsekkaria muokkaamalla, siten että makron avulla siitä saadaan pelkät johtimien tyypit, pituudet, liittimet ja leimat näkyviin helpottaisi tsekkarin siirtoa leikkuukoneiden ajo-ohjelmiin.

Opinnäytetyössä myös kokeiltiin leikkuussa paperitonta versiota, mutta johdinkoneiden leikkaajat huomasivat sen liian vaikeaksi, sillä tsekkari helpottaa leikkuun seuraamista.

## **6.2 Leikkuukoneiden parantaminen**

Leikkuukoneita voidaan parantaa sijoittamalla leikkuukoneiden ominaisuuksiin. Crimpcenter36s2 ostettiin tämän opinnäytetyön aikana lisäksi sininen mustesuihku.

Mustesuihkun kustannukset olivat 15 000-20 000 euroa, mikä piti sisällään muun muassa asennuspöydän ja puhdistusaltaat.

Tulevaisuudessa pitäisi miettiä mustesuihkun käyttökustannuksia verrattuna lasersuihku-tulostimeen. Mustesuihkutulostimen käyttökustannukset eivät lopu siihen, että hankitaan uusi, vaan mustesuihkutulostimelle tulee myös hankkia ohennusaineet ja täten se vaatii tilat käsittelylle. Lisäksi siniselle ja valkoiselle mustesuihkutulostimelle suoritetaan joka toinen vuosi huollot ja mustalle mustesuihkutulostimelle joka vuosi.

Zeta633:lle olisi myös mahdollista hankkia paineilmalla toimiva eristettyjen liittimien lyöntiasema. Investoimalla tällainen kuvassa x näkyvä eristettyjen liittimien lyöntiasema veisi se yhden prässin paikan ja täten zeta633:lla voitaisiin lyödä vain kolme liittintä.

### **6.2.2 Leikkuutöiden jakaminen**

Leikkuutöitä voisi jakaa tulevaisuudessa zeta 633:lta pois, jotta leikkuukoneen työkuorma helpottuisi ja saataisiin tasapainotettua työkuormaa leikkuukoneiden välillä.

Siirtämällä zeta 633:lta Metso Minerals:n ja Bronto:n leikkuutyöt alpha 433:lle saataisiin pudotettua zeta 633:n kuormaa huomattavasti. Näiden asiakkaiden leikkuutyöt sisältävät paljon yksinkertaista ja pitkää johdinta, joita pystytään myös täten leikkaamaan alpha 433:lla

Leikkaamalla näiden asiakkaiden työt oheisella koneella, se vaatii kokoonpanijalta totut-telua.

### **6.3 Tietotekniikan parantaminen**

Parantamalla erityisesti Visma L7-ohjelman toimivuutta, välttyttäisiin turhilta katkoksilta leikkuussa ja dokumentoinnissa. Visma L7-ohjelman toimintakatkokset vaikuttavat kaikkien, sillä dokumentointi ei pysty päivittämään tuotteiden materiaaleja, osto ei pysty kirjaamaan uusien tuotteiden tuotekoodeja ja leikkuu ei pysty ajamaan työkortteja eikä täten leikkaamaan.

Parantamalla Microsoft Excel-ohjelman ominaisuuksia, helpottaa se dokumentoinnin ja leikkuun työtä. Esimerkiksi parantamalla tsekkarin yhteensopivuutta johdinleikkuun leikkuun ajo-ohjelmien kanssa säästää se aikaa ja välttää turhalta työltä.

## 7 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli löytää ratkaisuja helpottaakseen johdin leikkuun ja etenkin zeta 633 työkuormaa. Zeta 633:n työkuorma on melkein puolet isompi kuin muilla leikkuukoneilla. Zeta 633 työkuormaan vaikuttaa paljon eri tuotannon vaiheet ja muiden leikkuukoneiden teknisesti huonommat ominaisuudet.

Leikkuun ongelmat liittyvät paljon tietoteknisiin ongelmiin. Parantamalla leikkuun työkaluja ja tsekkaria helpottaisi se huomattavasti leikkuun tiiminvetäjän tehtäviä.

Parantamalla dokumentoinnin työkaluja pystytään luomaan parempia ja leikkuuta nopeuttavia tsekkareita, joista jo leikkuulle turhatieto on poistettu. Tekemällä tsekkariin makron, joka listaa vain ne johtimet ja liittimet valmiiksi tsekkarin toiselle sivulle vähentään leikkuun tiiminvetäjän työtä ja ajankäyttö täten paranisi.

Leikkuutöiden siirtäminen zeta633:lta pois, helpottaisi se työkuormaa. Opinnäytetyön aikana emme kuitenkaan voineet konkreettisesti todistaa töiden siirtämisen vaikutusta leikkuukoneiden kuormaan kuormitustaulukolla, sillä leikkuutöiden vähentymisen myötä ei olisi kuormitustaulukko näyttänyt luotettavalta. Opinnäytetyön aikana myös leikkuukuorma väheni niin paljon, että kaikki leikkuukoneet toimi vain yhdessä vuorossa, vaikka parhaillaan leikkuukoneet toimi kolmessa vuorossa.

Tulevaisuudessa myös pitäisi miettiä, leikkuukoneiden värileimauksen muuttamista laserilla toimivaksi, jolloin välttyttäisiin uusien väriaineiden ja niiden poistamiseen tarkoitettujen aineiden ostamiselta. Vaihtamalla tulostuksen laserilla toimivaksi, myös huollon määrät vähenisivät oleellisesti ja täten koneiden huolto ei vie aikaa itse työltä.

Tina-asemien lisääminen auttaisi myös juotettavien johtimien lisääntynyttä määrää, eikä johtimia tarvitse juottaa käsin eikä täten ole vaaraa kylmäliitoksille.

Leikkuuta pystytään siis parantamaan yksinkertaisilla muutoksilla, kuten tsekkaria muokkaamalla ajo-ohjelmaan sopivammaksi ja leikkuukoneiden ominaisuuksia parantamalla, kuten tulostimien vaihto laser-malliseen.

## **LÄHTEET**

Jotwire Internet-sivu. Luettu 27.8.2013

Johdinleikkuun yleisohje. Jotwire. Luettu 29.8.2013

Komax-käyttöohje. Jotwire. Luettu 30.8.2013

Meriläinen, M. tuotantoinsinööri. 2013. Haastattelu 27.8.2013. Haastattelija Lämsä, M. Tuupovaaran kunta.

Ronkainen, P. Johdinleikkuun tiiminvetäjä. 2013. Haastateltu 27.8.2013. Haastattelija Lämsä, M. Tuupovaaran kunta.